

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 2002-158484

(43)Date of publication of application : 31.05.2002

(51)Int.Cl.

H05K 9/00

H01F 1/00

H01Q 17/00

H04B 15/00

(21)Application number : 2000-354254

(71)Applicant : SONY CORP

(22)Date of filing : 21.11.2000

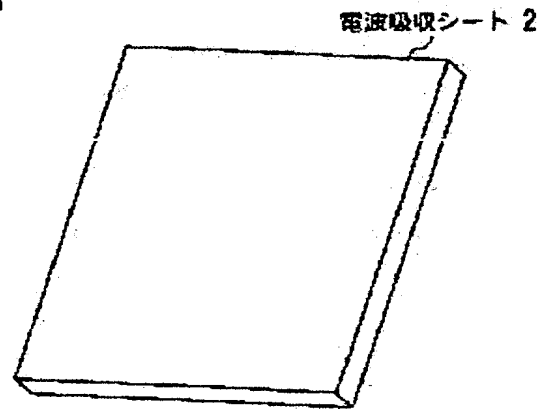
(72)Inventor : OKAYAMA KATSUMI
TOYODA JUNICHI
SUGIMOTO SATOSHI
INOMATA KOICHIRO

(54) RADIO WAVE ABSORBER

(57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To provide a radio wave absorber which has a high absorption function to an electromagnetic wave of high frequency and is made smaller in thickness.

SOLUTION: This radio wave absorber is comprised of more than one magnetic layer which contains a magnetic material having a controlled micro-structure of 1 to 100 nm in particle size. A wave absorbing sheet 2, as a magnetic material, is comprised of one magnetic layer that a material containing ferromagnetic elements, Fe, Co, and Ni, or a material containing an alloy containing Mn is prepared in a powdery state and the powder is dispersed in a polymer material, etc. It has a radio wave absorber function to a comparatively near electromagnetic field.



LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of extinction of right]

Copyright (C); 1998,2003 Japan Patent Office

(19)日本国特許庁 (J P)

(12) 公 開 特 許 公 報 (A)

(11)特許出願公開番号

特開2002-158484

(P2002-158484A)

(43)公開日 平成14年5月31日(2002.5.31)

(51)Int.Cl. ⁷	識別記号	F I	テ-マ-コード*(参考)
H 0 5 K 9/00		H 0 5 K 9/00	M 5 E 0 4 0
H 0 1 F 1/00		H 0 1 Q 17/00	5 E 3 2 1
H 0 1 Q 17/00		H 0 4 B 15/00	5 J 0 2 0
H 0 4 B 15/00		H 0 1 F 1/00	C 5 K 0 5 2

審査請求 未請求 請求項の数13 O L (全 9 頁)

(21)出願番号 特願2000-354254(P2000-354254)

(22)出願日 平成12年11月21日(2000.11.21)

(71)出願人 000002185

ソニー株式会社

東京都品川区北品川6丁目7番35号

(72)発明者 岡山 克巳

東京都品川区北品川6丁目7番35号 ソニ

ー株式会社内

(72)発明者 豊田 準一

東京都品川区北品川6丁目7番35号 ソニ

ー株式会社内

(74)代理人 100092152

弁理士 服部 毅巖

最終頁に続く

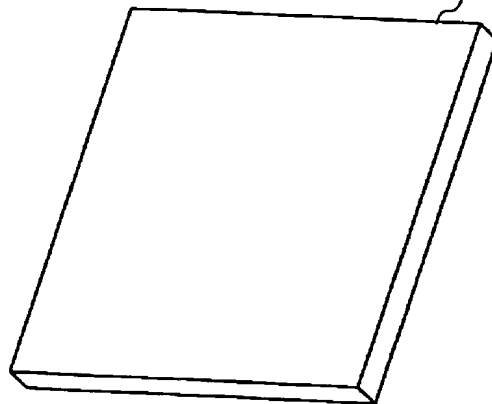
(54)【発明の名称】 電波吸収体

(57)【要約】

【課題】 高周波の電磁波に対して高い吸収性能を有し、より薄型化された電波吸収体を提供する。

【解決手段】 本発明の電波吸収体は、粒径が1～100nmに制御された微細組織構造を有する磁性材料を含む、1つ以上の磁性層によって構成される。電波吸収シート2は、このような磁性材料として、強磁性元素であるFe、Co、Niを含む材料、またはMnを含む合金を含む材料を粉末として用意し、この粉末を高分子材料等に分散して形成された1つの磁性層によって構成され、比較的近傍の電磁界に対する電波吸収性能を備える。

電波吸収シート 2



【特許請求の範囲】

【請求項1】 不要な電磁波を吸収する電波吸収体において、

粒径が1～100nmに制御された微細組織構造を有する磁性材料を含む、1つ以上の磁性層によって構成されることを特徴とする電波吸収体。

【請求項2】 前記磁性層における前記電磁波の入射面に対する反対面に導体が固着されたことを特徴とする請求項1記載の電波吸収体。

【請求項3】 前記磁性材料は、Fe、Co、Niのうち1つ以上を含む材料、またはMnを含む合金のいずれかを含むことを特徴とする請求項1記載の電波吸収体。

【請求項4】 前記磁性層は、粉末状とした前記磁性材料を、高分子材料、コンクリート、セラミックスのいずれかの中に分散させて形成されることを特徴とする請求項1記載の電波吸収体。

【請求項5】 前記磁性層は射出成形によって形成されることを特徴とする請求項4記載の電波吸収体。

【請求項6】 前記磁性層は塗装によって形成されることを特徴とする請求項4記載の電波吸収体。

【請求項7】 前記磁性層における前記電磁波の入射面側に、誘電材料を含む誘電層が形成されたことを特徴とする請求項1記載の電波吸収体。

【請求項8】 請求項1記載の電波吸収体によって構成されることを特徴とするSAR抑制体。

【請求項9】 請求項1記載の電波吸収体によって構成されることを特徴とするキャビティ共振抑制体。

【請求項10】 請求項1記載の電波吸収体によって構成されることを特徴とする電波吸収筐体。

【請求項11】 請求項1記載の電波吸収体によって構成されることを特徴とする電波吸収基板。

【請求項12】 請求項1記載の電波吸収体によって構成されることを特徴とする電波吸収棚。

【請求項13】 請求項1記載の電波吸収体によって構成されることを特徴とする電波吸収ガラス。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、不要な電磁波を吸

$$P = \frac{1}{2} \omega \epsilon_0 \epsilon'' |E|^2 + \frac{1}{2} \omega \mu_0 \mu'' |H|^2 \quad \dots\dots (1)$$

ただし、P：単位体積あたりの電波吸収エネルギー[W/m³]、 ω ：電磁波の角周波数(2 πf 、f：電磁波の周波数)、 ϵ_0 ：真空の透磁率、 ϵ'' ：複素比誘電率の虚数成分(誘電損失)、E：外部から印加される電磁波の電界強度、 μ_0 ：真空の透磁率、 μ'' ：複素比透磁率の虚数成分(磁気損失)、H：外部から印加される電磁波の磁界強度

【0006】式(1)より、損失が大きい材料ほど電波吸収能力が大きい。しかし、電波吸収体として従来用いられていた材料では、1GHz以上の高周波帯域の電磁波に対する μ'' の値は10程度であり、これでは十分な

* 収する電波吸収体に関し、特に、高周波の電磁波を吸収するための薄型の電波吸収体に関する。

【0002】

【従来の技術】近年、電子機器の扱う信号の高周波化にともない、これらの電子機器が発する不要輻射の問題が顕著になっている。電子機器からの不要輻射を抑制する方法としては、回路の設計変更、対策部品の使用等が考えられるが、これらの方法は、製品スパンの短期間化、コスト増大等の理由により、ますます困難になりつつある。このため、高い周波数の電磁波に対しても磁気損失を有する複合軟磁性体をシート化した対策シート等を用いる方法がとられるようになっている。

【0003】また近年、無線LAN(Local Area Network)や高速道路自動課金システム等、高周波電波を用いる通信システムが開発されているが、これらのための電波使用機器においては、目的の信号電波以外の電波は妨害波となるため、発生する妨害波を吸収して通信を円滑に行うために電波吸収体の開発が要望されている。例えば、2.45GHz帯域の電磁波は、電子レンジ、携帯情報端末、無線LAN、Bluetooth等の様々な電子機器で使用されており、これらの電子機器が相互に誤動作することなく円滑に通信を行うことが重要である。

【0004】

【発明が解決しようとする課題】ところで、不要電磁波に関しては、電波吸収体と波源との距離が $\lambda/6$ (λ ：電磁波の波長)より小さい比較的近傍の電磁界と、 $\lambda/6$ より大きい遠方の電磁界とに分けて考えることができる。近傍の電磁界に対する電波吸収体は、入射した電磁波のエネルギーを熱に変換して吸収するが、このエネルギー変換には、電波吸収体の比誘電率の損失項 ϵ'' (複素比誘電率の虚数成分)および比透磁率の損失項 μ'' (複素比透磁率の虚数成分)が関係する。電磁波がこのような損失を有する材料に入射した場合、以下に示す式(1)にしたがって電磁波のエネルギーが熱に変換され、吸収される。

【0005】

【数1】

吸収性能とは言えなかった。

【0007】また、遠方の電磁界に対しては、通常、このような材料に電磁波が1度だけ入射した程度では、電磁波のエネルギーを完全に吸収して熱に変換することは

不可能である。これは、電波吸収体の前面では、空気と電波吸収体との間でインピーダンスが異なるために、電磁波が反射するからである。このため、遠方からの平面波を吸収する場合は、波動インピーダンスと電波吸収体への入力インピーダンスを整合させ、反射量を減衰させるインピーダンス整合型の電波吸収体を用いられている。このインピーダンス整合型の電波吸収体は、磁性層の裏面を導体で裏打ちして、この界面における反射波と、電波吸収体の前面における反射波の位相を制御し、反射波を相殺することによって電磁波を吸収している。通常、インピーダンス整合型の電波吸収体では、電磁波のエネルギーを99%吸収する値である反射減衰量20 dBを目標にすることが多い。

【0008】このようなインピーダンス整合型の電波吸収体では、一般に、材料定数を次に示す式(2)を満たすように設計し、かつ電波吸収層の厚みを制御することによって、目的の周波数における無反射を実現する。

【0009】

〔数2〕

$$1 = \sqrt{\frac{\mu}{\epsilon}} \tanh\left(\frac{2\pi f d}{c} i\sqrt{\epsilon\mu}\right) \quad \dots\dots\dots (2)$$

ただし、 i ：虚数単位、 d ：電波吸収体の厚さ

【0010】従来、1 GHz以上の高周波帯域用のインピーダンス整合型の電波吸収体では、高い電気抵抗を有するフェライト等の酸化物系磁性材料が多く用いられている。例えば、ゴムフェライトは広く用いられ、フェライトの中でもMHz帯ではスピネル系フェライトが、またGHz帯では六方晶フェライトが多く用いられている。インピーダンス整合型の電波吸収体では、材料の定数が定まると整合周波数と整合厚さが決定されるが、例えば2.45 GHzの電磁波に対しては、ゴムフェライトを使用した場合、式(2)より厚さが約1 cmとなり、従来はこの厚さの電波吸収体が使用されていた。また、六方晶フェライトの一種であるBa(Fe、Ti、Mn)₂O₇系の磁性材料を用いた磁性層の単層構造である電波吸収体では、5 GHz近傍の電磁波に対して厚さが約3 mm程度となる。

【0011】しかし、例えば携帯情報端末等、電子機器は小型化が進んでおり、機器の大きさに占める電波吸収体の大きさを小さくするには、電波吸収体のさらなる薄型化が必要であり、比透磁率のより高い材料を用いることで、電波の吸収性能を維持しながら薄型軽量化がなされた電波吸収体の開発が望まれている。また従来、インピーダンス整合型の電波吸収体の材料として使用されていたものとしては、他に、カルボニル鉄や発泡スチロールカーボン、軟磁性体-樹脂複合体として、Fe-Si系材料、Fe-Si-Al系材料、Fe-Si-B系材料、電磁ステンレス系材料等が用いられているが、いずれを用いた場合も、吸収性能を維持しながら厚さをより

薄くすることはできなかった。

【0012】また、最近では、高周波帯域まで高い比透磁率を有する材料として、Coを含む薄膜材料が知られており、例えば特開平10-241938号公報に開示されている。これによれば、Co-Ni-Al-O薄膜等において、粒径が4~7 nm程度に制御された磁性微粒子とそれを取り囲むごく薄いセラミックス膜の粒界との2種類以上の微細構造からなるグラニューラ構造をとることによって、高い透磁率と高い電気抵抗とを両立している。しかし、この場合はスパッタ装置を用いた薄膜として作製され、電波吸収体としての実用材料とはなり得なかった。

【0013】本発明はこのような課題に鑑みてなされたものであり、高周波の電磁波に対して高い吸収性能を有し、より薄型化された電波吸収体を提供することを目的とする。

【0014】

【課題を解決するための手段】本発明では上記課題を解決するために、不要電磁波を吸収する電波吸収体において、粒径が1~100 nmに制御された微細組織構造を有する磁性材料を含む、1つ以上の磁性層によって構成されることを特徴とする電波吸収体を提供される。

【0015】このような電波吸収体では、粒径が1~100 nmに制御された微細組織構造を有する磁性材料を磁性層に用いたことにより、高周波の電磁波に対して高い電気抵抗と高い比透磁率とを有し、吸収性能を高め、かつ薄型・軽量化することが可能となっている。また、この磁性層における電磁波の入射面に対する反対面に導体が固着された構造にすることによって、波源からλ/6以上離れた比較的遠方の電磁界に対する、薄型のインピーダンス整合型の電波吸収体を構成することも可能となる。さらにこの磁性層は、Fe、Co、Niのうち1つ以上を含む材料、またはMnを含む合金のいずれかを含む磁性材料の粉末を、高分子材料に分散させて形成することによって、シート状、ペースト状、射出成形品等、電波吸収体として提供する形態に対する自由度が高まり、製造コストを抑制することが可能となる。

【0016】

【発明の実施の形態】以下、本発明の実施の形態を図面を参照して説明する。図1に本発明に用いた磁性材料の模式図を示す。

【0017】図1に示す磁性材料1では、粒径が1~100 nmに制御された微細な磁性粒子1aが、ごく薄い粒界1bを介してわずかに接触している様子が模式的に示されている。前述したように、電波吸収体では損失の大きい材料ほど吸収能力が大きい、そのために、本発明に用いる材料では高周波領域まで高い比透磁率を有する必要がある。磁性材料1に高周波磁界が印加された場合、磁性粒子1どうしが互いに接触していると、磁束が磁性材料1の領域を通過するため、比透磁率は高くな

10

20

30

40

50

る。しかし、磁性粒子1どうしが完全に連続していると、電気抵抗が低下し、磁性体内部に電流が誘起されて渦電流損失が生じ、比透磁率が低下する。そのため、本発明の電波吸収体では、磁性材料1どうしはわずかに接触しているが、磁性粒子1aの間には高抵抗の化合物によるごく薄い粒界1bが配置された構造とすることにより、高い周波数帯域まで高い比透磁率を有し、かつ高損失である材料を得ることとする。ただし、あまり粒界1bが厚くなって磁性粒子1aを孤立させてしまうと、超常磁性が発現してしまうことがある。

【0018】高周波帯域まで高い比透磁率を得るための指針としては、一般的に次のようなことが挙げられている。

- ・飽和磁束密度が大きいこと
- ・電気抵抗が大きいこと
- ・磁歪が小さいこと

このような条件を満たすためには、強磁性元素であるFe、Co、Niを含む合金、化合物等の材料、あるいはMnAl、Cu₂MnAl、MnBi等のMnを含む合金等の材料を用い、さらにこの材料の粒径を1~100nm程度に制御した磁性微粒子と、析出等によってこの磁性微粒子を取り囲む、Al₂O₃等のセラミックスをはじめとする高抵抗物質による粒界とによって微細な組織形態をなすナノグラニューラ構造を維持することにより、比透磁率、特に μ'' の高い磁性材料を得ることが可能となる。このような磁性材料に用いる金属材料としては、例えば、飽和磁束密度の大きな材料であるFeCo系材料が好適である。

【0019】次に、近傍における電磁界に対する電波吸収体の例について説明する。図2に、近傍電磁界用の電波吸収シートの構造を示す。図2に示した電波吸収シート2は、上記の磁性材料を含む磁性層をシート状に形成したもので、波源からの距離が $\lambda/6$ より小さい、比較的近傍における電磁界に対して吸収を行うためのものである。前述したように、近傍の電磁界に対しては、電磁波のエネルギーは熱に変換され、このエネルギー変換には、電波吸収体の比誘電率の損失項 ϵ'' および比透磁率の損失項 μ'' が関係する。電磁波がこのような損失を有する材料に入射した場合、前述した式(1)にしたがって電磁波のエネルギーが熱に変換され、吸収される。この式(1)によれば、磁気損失である μ'' を用いた電磁波の吸収においては、磁界強度Hが大きい方が吸収量が増加し、このためには電波吸収体はできるだけ波源に近いところに設置されることが望ましい。

【0020】図2に示した電波吸収シート2の作製には、例えば上記の磁性材料を粉末にし、高分子材料と複合させてシート化する方法を用いる。前述したナノグラニューラ構造を有する磁性材料は、粉末材料として用意する。粒子の直径は、粉末への充填を考慮すると10~50 μ mが適当であり、また、粒界の厚さはスキンデブ

ス以下とすることが望ましく、スキンデブスが1 μ m程度であることから厚さ0.1~3 μ m程度とする。すなわち、アスペクト比では最大50/0.1=500で、最小10/3=3.3程度となる。このような粉末材料を、体積充填率30~60%の割合で高分子材料に分散させ、3本ロールによって混練してペースト状の試料を生成し、これをドクターブレード法によって所定の厚さに調整してシート状に加工する。高分子材料としては、塩素化ポリエチレン、ゴム系材料、ABS樹脂、生分解性を有するポリ乳酸等を用いることができ、また熱硬化性樹脂や光硬化性樹脂等を用いて硬化させてもよい。さらに、高分子の代わりにコンクリートやセラミックス等を用いてもよい。

【0021】次に、遠方の電磁界に対する電波吸収体の例について説明する。図3に、遠方電磁界用の電波吸収シートの断面図を示す。前述したように、波源からの距離が $\lambda/6$ (λ :電磁波の波長)以上となる、比較的遠方の電磁界における平面波に対しては、インピーダンス整合型の電波吸収体を用いられる。このインピーダンス整合型の電波吸収体では、材料定数を前述した式(2)を満たすように設計し、かつ電波吸収層の厚みを制御することによって、目的の周波数における無反射を実現することが可能となる。図3に示す電波吸収シート3はインピーダンス整合型の電波吸収体であり、磁性層31と、この磁性層31の電磁波の入射面の反対面に導体32を固着した構造を有している。磁性層31の生成に用いる材料および生成方法は、上述した電波吸収シート2の磁性層の場合と同様である。また、磁性層31に裏打ちした導体32としては、アルミニウム箔やカーボン膜、ITO膜等の金属膜等を用いることが可能で、これらは蒸着膜、スパッタ膜として生成されてもよく、さらに、この電波吸収シート3が設置される構造物の金属面が、この裏打ち導体に相当するように構成してもよい。

【0022】また、インピーダンス整合型の電波吸収体として、上記の材料による磁性層を含む多層構造をなす電波吸収体を用いられることもある。図4に、遠方電磁界用の多層構造の電波吸収シートの断面図を示す。

【0023】図4に示す電波吸収シート4は、電波吸収層として電磁波の入射面側から、誘電材料を用いた誘電層41および磁性層42が積層され、これに導体43が裏打ちされた構造となっている。この電波吸収シート4では、裏打ちされた導体43側に比透磁率の高い磁性層42を設け、電磁波の入射面側に誘電層41を設けることによって、入射面のインピーダンスを空間インピーダンスに近づけて反射量が抑制され、反射波の位相の整合が取りやすくなっている。誘電層41は、誘電材料を高分子母材中に分散させて生成される。この誘電材料としては、BaO-TiO₂系、PbTiO₃-PbZrO₃系(PZT系)、PbO₂-Li₂O₃-ZrO₂-TiO₂系(PLTZ系)、MgTiO₃-CaTiO₃系、B

$\text{aMg}_{1-x}\text{Ta}_x\text{O}_3$ 系、 $\text{BZn}_{1-x}\text{Ta}_x\text{O}_3$ 系、 Ba_2TiO_7 系、 $\text{Zr}_{1-x}\text{Sn}_x\text{TiO}_4$ 系、 $\text{BaO}-\text{Nd}_2\text{O}_3-\text{TiO}_2$ 系、 $\text{Pb}_{1-x}\text{Ca}_x\text{ZrO}_3$ 系、 $\text{PbTiO}_3-\text{PrZrO}_3-\text{PbB}_{1-x}\text{B}_{2x}\text{O}_3$ 系をはじめとするセラミックス等を用いることができる。なお、多層構造の電波吸収シートの構造はこれに限ったものではなく、磁性層あるいは誘電層が複数設けられる等の構造でも可能である。

【0024】ここで、図4に示した構造を有する電波吸収シート4の設計例を示す。また、図5に、この設計例による電波吸収特性を示す。ここでは、誘電層41の厚さを $200\mu\text{m}$ 、複素比誘電率の実部 ϵ' および虚部 ϵ'' をそれぞれ100、0.2、複素比透磁率の実部 μ' および虚部 μ'' をそれぞれ1とし、また、磁性層42の厚さを $200\mu\text{m}$ 、複素比誘電率の実部 ϵ' および虚部 ϵ'' をそれぞれ110、0.2としている。図4は、このような材料による反射特性として、磁性層42の複素比透磁率を変化させた場合の反射減衰量をプロットしている。図5によると、比透磁率 $\mu = 40-30j$ 近辺の値を有する材料を用いることによって、2.2GHz帯域の電磁波に対して-20dB以上の良好な吸収性能を得られることがわかる。

【0025】次に、図6に上記の設計例による周波数ごとの吸収特性を示す。上記の設計例のような比誘電率および比透磁率の値を有する磁性材料として、ナノグラニュー組織を有する FeCo 系材料を用いることが可能である。図6では、このような磁性材料を磁性層42に用い、誘電層41および磁性層42が設計例に示す値をとる多層構造のインピーダンス整合型の電波吸収シート4について、電磁波の周波数を変化させたときの自由空間での反射減衰量を測定している。その結果、周波数2.2GHzにおいて-25dBという高い吸収性能を示し、さらにこの2.2GHzを中心とした周辺帯域でも、2.1~2.2GHz帯域においては-20dB、1.6~2.5GHz帯域においては-10dBという良好な吸収性能を示している。

【0026】以上のように、本発明では、粒径を1~100nmに制御して微細な組織形態をなす磁性材料を磁性層に用いることにより、厚さ1mm以下といった薄型でありながら、高周波の電磁波に対して良好な吸収性能を有する電波吸収体を作製することが可能となっている。このような電波吸収体を用いることによって、従来と比較して小さなスペースで効率よく不要な電磁波を吸収することができるようになり、機器の軽量化を図ることもできる。例えば、図2で示した電波吸収シート2は、不要輻射対策のために各種の電子機器の筐体の裏側等、内部に設置して用いることが可能である。また、基板どうしの貼り合わせに用いられるブリブregとして用いることも可能である。これによって、軽量、省スペースで効率よく不要輻射対策を行うことが可能となり、さ

らに伝導ノイズに対しても減衰効果を有する。

【0027】また、近年、電子機器が発する電磁波に対する人体による吸収量の尺度として、体重1kgあたりの電磁波の局所吸収電力である比吸収率SAR (Specific Absorption Rate) が定義されている。このような電磁波を低減するためのSAR抑制体の適用条件としては、複素比透磁率の虚部 μ'' の値が高いことと、 $\tan \delta$ ($\delta = \mu''/\mu'$) の値が大きいたことが挙げられる。本発明の電波吸収体は高い μ'' を有することから、SAR抑制体としての効果が期待できる。

【0028】図7に、SAR抑制体の携帯電話機への適用例を示す。図7では、携帯電話機7の側断面図を示している。この携帯電話機7は、無線回路部71がマウントされた回路基板72と、これらを収納する導電性のシールドケース73と、回路基板72に接続されたアンテナ74と、液晶表示部75と、入力のためのキーパッド76と、プラスチック材料等で形成される外部筐体77等で構成される。携帯電話機7においては、シールドケース73上を流れる面電流を抑制することが、SARの抑制に効果的である。そこで、図2に示した電波吸収シート2と同様に構成される、ナノグラニュー組織を有する磁性材料と高分子材料等とを複合して形成した軟磁性シート78を、シールドケース73の上部に設置した。この軟磁性シート78は、磁性材料として FeCo 系材料を、また母材としてポリ塩化ビニルを用い、大きさを $10 \times 10 \times 2$ (mm)とした。この携帯電話機7について測定を行った結果、SARの値が30%程度減少し、アンテナ74の利得にはほとんど変化がなかった。すなわち、軟磁性シート78は、アンテナ74の特性を妨げることなくSARのみを抑制する、きわめて性能のよいSAR抑制体として機能する。

【0029】また、本発明の電波吸収体は、磁気損失が高いことから、回路基板等の電子機器内部から放射される電磁波によって外部筐体等が共振を起こすキャビティ共振を抑制するためにも効果的である。

【0030】図8に、キャビティ共振抑制体としての適用例を模式的に示す。図8に示した外部筐体81は、例えばパーソナルコンピュータ等のコンピュータ装置、ビデオカメラ等を収納するものであり、プラスチックやこれにメッキを施したもの、あるいはAl、Mg等によって形成される。この外部筐体81において、例えば内部面に、図3に示した電波吸収体3と同様に構成される、ナノグラニュー組織を有する磁性材料と高分子材料等とを複合して形成した軟磁性シート82を貼付することにより、軟磁性シート82はキャビティ共振抑制体として機能する。この軟磁性シート82としては、例えば、厚さが0.3~2mm程度の場合に周波数30MHz~2.5GHz程度の電磁波に対する良好な吸収性能を得ることができる。このように、キャビティ共振抑制体を外部筐体81等に設ける場合、比較的広い面積を必要と

するが、上記の軟磁性シート82は従来のものより薄型にすることができるため、外部筐体81を軽量化することが可能となる。

【0031】ところで、以上の電波吸収体ではシート状に形成した例を挙げたが、上記の磁性材料を使用する電波吸収体としてはこのような形態に限ったことではなく、設置する機器に応じて様々な実現形態をとり得る。例えば、磁性層を形成するための材料を、ペースト状として用意しておいてもよい。

【0032】ペースト状の材料を得る場合は、例えば、ナノグラニューラ構造を有する磁性材料の粉末を用意し、この粉末を熱可塑性樹脂（熱硬化性樹脂）、光硬化性樹脂、紫外線硬化性樹脂、あるいは常温硬化性樹脂等の材料と混練する。この際、樹脂の種類によっては溶剤としてIPA（イソプロピルアルコール）や他の有機溶剤を用いる場合もある。磁性粉末の体積充填率は20～50％と、流動性を失わないように調整して生成する。また、流動性を高くして生成した場合は、目的の構造物の表面に噴霧器によって吹き付ける、あるいはハケ等で塗布するといった塗装による方法や、射出成形等の方法で磁性層を形成してもよい。これによって、高周波の電磁波に対して良好な吸収性能を有する電波吸収体を、設置方法に応じて容易にさまざまな形状に形成することが可能となる。

【0033】このようなペースト状の材料による電波吸収体の適用例として、電波暗室等に使用されるピラミッド形電波吸収体を挙げる。図9に、ピラミッド形電波吸収体の構造を示す。このピラミッド形電波吸収体9では、壁面に設けられた銅板91等の導体の表面に、複数の立体的なピラミッド形状をなす磁性層92を設けることによって、インピーダンス整合型の電波吸収体が構成されている。この磁性層92は、上述した方法によって生成されたペースト状の材料を用いて射出成形を行うことによって形成される。このようなピラミッド形電波吸収体9では、その形状からピラミッド形状の頂点から底部にかけて吸収特性が徐々に変化していると考えられることから、広い周波数範囲の電磁波について吸収性能を有するが、磁性層として上記の材料を用いることにより、より高周波の電磁波に対しても良好な吸収性能を持たせることができる。なお、ピラミッド形電波吸収体9では、磁性層92のピラミッド形状は図9に示すような四角錐形の形状に限らず、この他に円錐形や櫛形等も適用可能である。

【0034】また、このペースト状の材料は、ディスプレイに挿入してIC等の封止樹脂として用いることが可能で、特に高周波モジュールにおける封止樹脂として使用した場合、RF（Radio Frequency）信号とBB（Base Band）信号の相互干渉を防ぐ効果がある。また、ICパッケージにおける半導体封止樹脂やモールド封止樹脂として用いる場合は、磁性粒子に高抵抗が求められる

ため、粒子表面を Al_2O_3 等の酸化物、あるいはアクリル等の高抵抗樹脂で被覆し、この粒子をエポキシ樹脂等の封止樹脂あるいはモールド樹脂に体積率30～50％で充填し、射出成形あるいはポッティング等の方法で作製する。例えば、形成する封止樹脂の厚さが0.5～2mm程度の場合で、周波数30MHz～2.5GHz程度の電磁波に対する吸収性能を得ることができる。このように、ペースト状の材料によって、半導体の封止樹脂あるいはモールド封止樹脂に電波吸収機能を持たせることができ、この周囲に電波吸収体の設置スペースを別途設ける必要がなくなり、装置が小型化され、製造コストが抑制される。

【0035】さらに、図8に示した外部筐体81では、キャビティ共振抑制体として軟磁性シート82を形成したが、ペースト状の材料を用いることによって、外部筐体81における必要な面に塗装する、あるいは、外部筐体81を構成する高分子材料中にナノグラニューラ組織を有する磁性材料を混練し、射出成形によって外部筐体81そのものを形成する等の方法で、キャビティ共振抑制体を形成することが可能である。特に後者の方法では、外部筐体81そのものをキャビティ共振抑制体とすることができるため、不要電磁波に対する装置の製造工程上の後対策を簡略化することができ、製造コストを抑制し、かつ装置を小型化することが可能となる。その他、上記の材料によって、その製品そのものに電波吸収性能を持たせた電波吸収基板、電波吸収糊等が実現でき、また、透明性を保つように調整しながら、磁性材料を透明樹脂材料に混入することによって、電波吸収ガラスを作製することも可能となる。

【0036】

【発明の効果】以上説明したように、本発明の電波吸収体では、粒径が1～100nmに制御された微細組織構造を有する磁性材料を磁性層に用いたことにより、高周波の電磁波に対して高い電気抵抗と高い比透磁率とを有し、吸収性能を高め、かつ薄型・軽量化することが可能となる。また、この磁性層における電磁波の入射面に対する反対面に導体が固着された構造にすることによって、波源から $\lambda/6$ 以上離れた比較的遠方の電磁界に対する、薄型のインピーダンス整合型の電波吸収体を構成することも可能となる。さらにこの磁性層は、Fe、Co、Niのうち1つ以上を含む材料、またはMnを含む合金のいずれかを含む磁性材料の粉末を、高分子材料に分散させて形成することによって、シート状、ペースト状、射出成形品等、電波吸収体として提供する形態に対する自由度が高まり、製造コストを抑制することが可能となる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明に用いた磁性材料の模式図を示す。

【図2】近傍電磁界用の電波吸収シートの構造を示す図である。

【図3】遠方電磁界用の電波吸収シートの断面図を示す。

【図4】遠方電磁界用の多層構造の電波吸収シートの断面図を示す。

【図5】電波吸収シートの設計例による電波吸収特性を示す図である。

【図6】電波吸収シートの設計例による周波数ごとの吸収特性を示す図である。

【図7】本発明のSAR抑制体の携帯電話機への適用例を示す図である。

【図8】本発明のキャビティ共振抑制体としての適用例を模式的に示す図である。

10

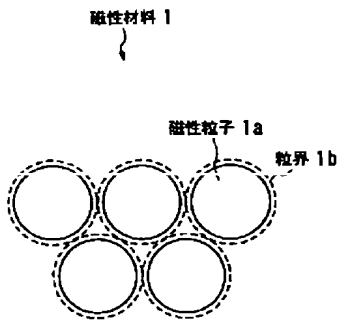
*

*【図9】ピラミッド形電波吸収体の構造を示す図である。

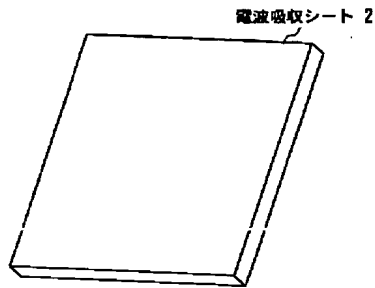
【符号の説明】

1……磁性材料、1a……磁性粒子、1b……粒界、
2、3、4……電波吸収シート、7……携帯電話機、9……ピラミッド形電波吸収体、31……磁性層、32……導体、41……誘電層、42……磁性層、43……導体、71……無線回路部、72……回路基板、73……シールドケース、74……アンテナ、75……液晶表示部、76……キーパッド、77……外部筐体、78……軟磁性シート、91……銅板、92……磁性層

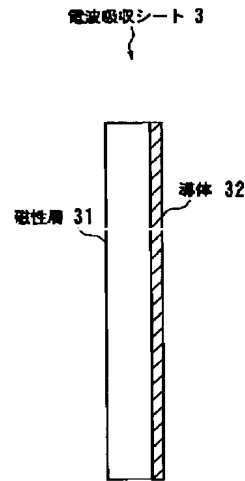
【図1】



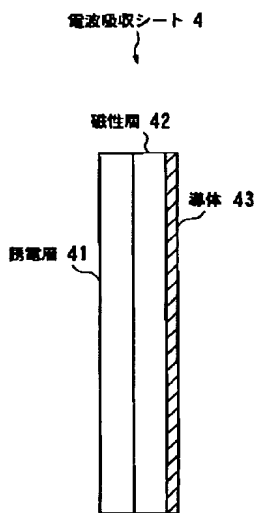
【図2】



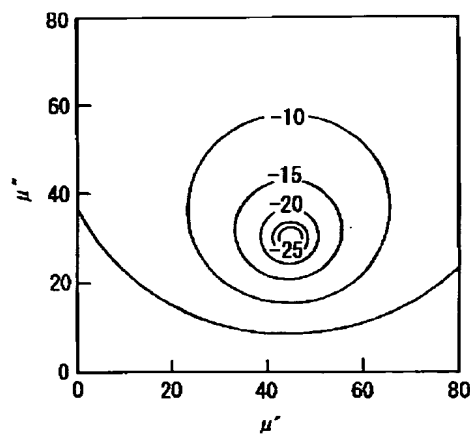
【図3】



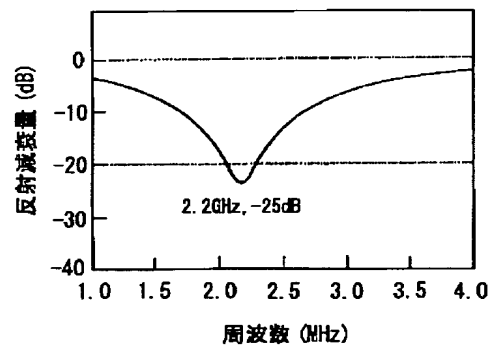
【図4】



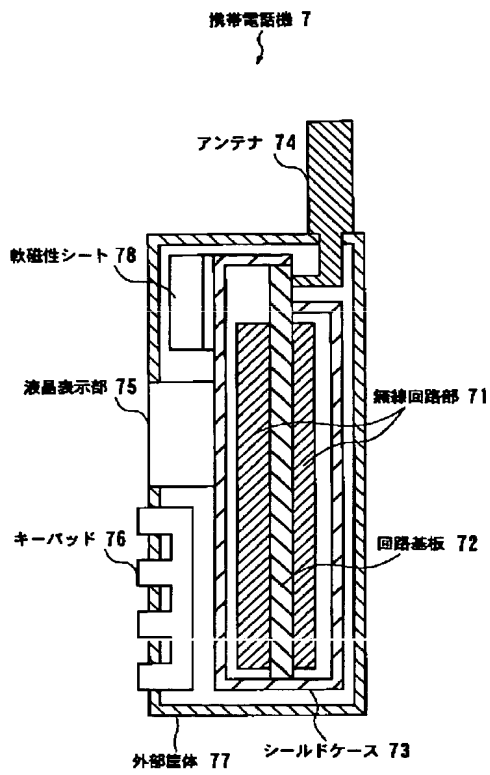
【図5】



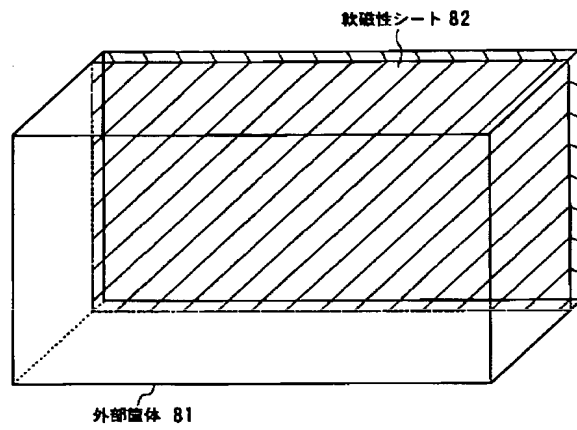
【図6】



【図 7】

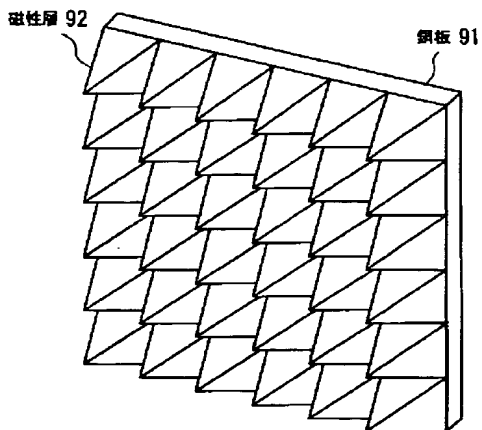


【図 8】



【図 9】

ピラミッド形電波吸収体 9



フロントページの続き

(72)発明者 杉本 諭

宮城県仙台市青葉区荒巻字青葉02 東北大
学大学院工学研究科

(72)発明者 猪俣 浩一郎

宮城県仙台市青葉区荒巻字青葉02 東北大
学大学院工学研究科

F ターム(参考) 5E040 AA11 AA14 AA19 AA20 BB01
BB03 CA13 HB05 HB14 NN01
5E321 AA22 AA42 BB25 BB33 BB51
BB60 CC30 GG05 GG11 GH01
5J020 EA02 EA07 EA10
5K052 AA02 DD15 DD27 FF36